

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-304228

(43)Date of publication of application : 22.11.1996

(51)Int.Cl.

G01M 11/02

(21)Application number : 07-105010

(71)Applicant : TOPCON CORP

(22)Date of filing : 28.04.1995

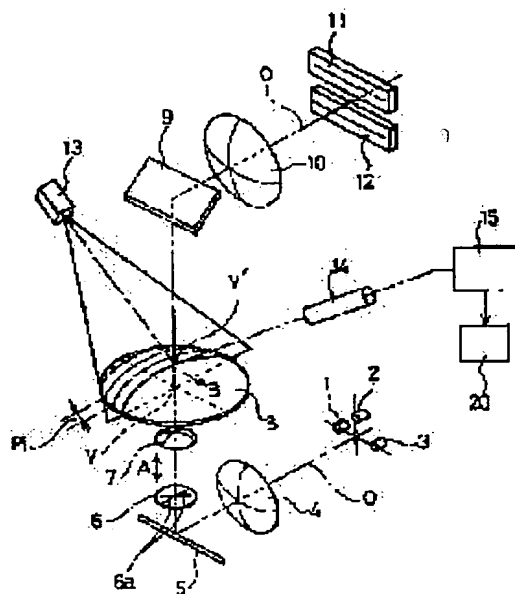
(72)Inventor : YANAGI HIDEKAZU

(54) LENS METER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a lens meter which can quickly and accurately measure the diopter distribution and astigmatism distribution of a lens to be inspected, such as the progressive multifocus lens, etc., and can be manufactured at a low cost.

CONSTITUTION: A lens meter is provided with three-dimensional shape measuring means 13 and 14 which measure the three-dimensional shapes of both surfaces of a lens 8 to be inspected, diopter measuring means 15 of the lens 8 at a reference position, lens thickness measuring means 15 which measures the thickness of the lens 8 at the reference position, refractive index calculating means 15 which calculates the refractive index of the material used for the lens 8 from the measured results of the measuring means 13, 14, and 15, and distribution calculating means which calculates the distribution of the refracting force or astigmatism of the lens 8 from the measured results of the measuring means 13 and 14 and calculated results of the calculating means 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-304228

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 M 11/02

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 M 11/02

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-105010

(22) 出願日 平成7年(1995)4月28日

(71) 出願人 000220343

株式会社トプコン

東京都板橋区蓮沼町75番1号

(72) 発明者 柳 英一

東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社トプ
コン内

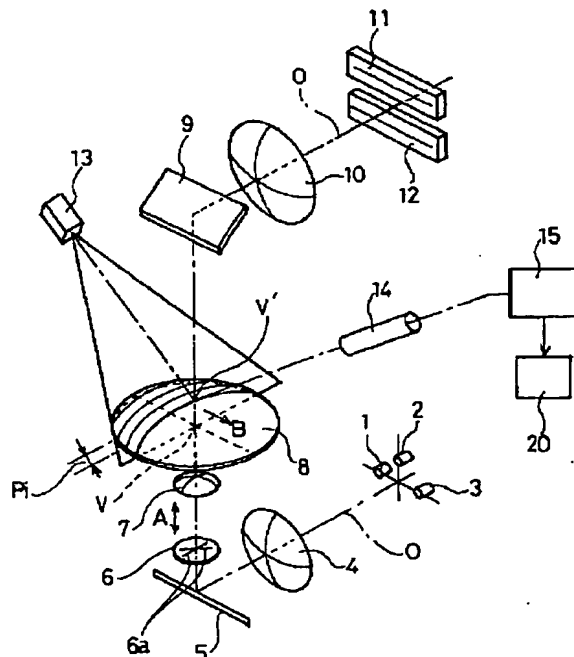
(74) 代理人 弁理士 西脇 民雄

(54) 【発明の名称】 レンズメーター

(57) 【要約】

【目的】 迅速かつ正確に累進多焦点レンズ等の被検レンズの度数分布、非点収差分布の測定を行うことができ、かつ、安価に製作できるレンズメーターを提供する。

【構成】 本発明に係わるレンズメーターは、被検レンズ8の両面の三次元形状を測定する三次元形状測定手段13、14と、被検レンズ8の基準位置での度数を測定する度数測定手段15と、基準位置でのレンズ厚さを測定するレンズ厚さ測定手段15と、三次元形状測定手段13、14と度数測定手段15とレンズ厚さ測定手段とによる測定結果から被検レンズ8に用いられている材質の屈折率Nを算出する屈折率算出手段15と、三次元形状測定手段13、14の測定結果と屈折率算出手段15の算出結果とから屈折力の分布又は非点収差の分布を演算する分布演算手段とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検レンズの両面の三次元形状を測定する三次元形状測定手段と、

前記被検レンズの基準位置での度数を測定する度数測定手段と、

前記基準位置でのレンズ厚さを測定するレンズ厚さ測定手段と、

前記三次元形状測定手段と前記度数測定手段と前記レンズ厚さ測定手段とによる測定結果から前記被検レンズに用いられている材質の屈折率を算出する屈折率算出手段と、

前記三次元形状測定手段の測定結果と前記屈折率算出手段の算出結果とから屈折力の分布又は非点収差の分布を演算する分布演算手段と、

を有するレンズメーター。

【請求項 2】 眼鏡レンズの表側の面の三次元形状を測定する三次元形状測定手段と、

前記眼鏡レンズの基準位置での度数を測定する度数測定手段と、

前記三次元形状測定手段と前記度数測定手段とによる測定結果から屈折力の変化の割合を演算し、眼鏡レンズの屈折力の相対分布を求める分布演算手段と、

を有するレンズメーター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は累進多焦点レンズ、遠用非球面レンズ等の被検レンズの屈折力分布（度数分布ともいう）を測定することのできるレンズメーターの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、被検レンズとしての眼鏡レンズに指標光束を投影し、その指標光束の到達位置、指標像の形状の変化を受光素子により検出して、その被検レンズの度数等を測定するレンズメーターが知られている。

【0003】ところで、近年、眼鏡レンズとして累進多焦点レンズ、遠用非球面レンズが広く普及しつつあり、これに伴って、累進多焦点レンズ、遠用非球面レンズの度数分布、非点収差分布を測定できるレンズメーターの提供が要望され、この要望に応えるレンズメーターとしては、口径の大きなレンズを用いて平行光束を被検レンズに投射し、この被検レンズを透過した光線の変位に基づくモアレ縞を観察することにより、被検レンズの二次元の度数分布を測定する構成のものが知られている。また、この種の構造を有しない既存のレンズメーターを用いて累進多焦点レンズ等の測定を行う場合には、測定者が逐一被検レンズを光軸と直交する面内で手で移動させて測定箇所を変更し、各測定箇所における度数を読み取ることにより、二次元の度数分布を作製していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、被検レンズを透過した光線の変位に基づくモアレ縞を観察することにより被検レンズの二次元の度数分布を測定する構造を有するレンズメーターの場合には、口径の大きなレンズを必要とするので、製造コストが高くなる、モアレ縞の解析に時間がかかり、迅速に度数分布を測定することができないという不都合がある。

【0005】また、被検レンズを透過した光線の変位に基づくモアレ縞を観察することにより被検レンズの二次元の度数分布を測定する構造を有しない既存のレンズメーターの場合には、安価ではあるが測定に手間がかかり過ぎるという問題点がある。なお、既存のレンズメーターには、被検レンズを光軸と直交する面内で移動させる駆動機構を有するものもあるが、この構造のものは、駆動機構が複雑化し、コスト高となる。

【0006】そこで、本発明の目的は、迅速かつ正確に累進多焦点レンズ、遠用非球面レンズ等の被検レンズの度数分布、非点収差分布の測定を行うことができ、かつ、その製作が安価であるレンズメーターを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 に記載のレンズメーターは、上記課題を解決するため、被検レンズの両面の三次元形状を測定する三次元形状測定手段と、前記被検レンズの基準位置での度数を測定する度数測定手段と、前記基準位置でのレンズ厚さを測定するレンズ厚さ測定手段と、前記三次元形状測定手段と前記度数測定手段と前記レンズ厚さ測定手段とによる測定結果から前記被検レンズに用いられている材質の屈折率を算出する屈折率算出手段と、前記三次元形状測定手段の測定結果と前記屈折率算出手段の算出結果とから屈折力の分布又は非点収差の分布を演算する分布演算手段とを有する。

【0008】本発明の請求項 2 に記載のレンズメーターは、上記課題を解決するため、眼鏡レンズの表側の面の三次元形状を測定する三次元形状測定手段と、前記眼鏡レンズの基準位置での度数を測定する度数測定手段と、前記三次元形状測定手段と前記度数測定手段とによる測定結果から屈折力の変化の割合を演算し、眼鏡レンズの屈折力の相対分布を求める分布演算手段とを有する。

【0009】

【作用】本発明の請求項 1 に記載のレンズメーターによれば、三次元形状測定手段は被検レンズの両面の三次元形状を測定する。度数測定手段は被検レンズの基準位置での度数を測定する。レンズ厚さ測定手段は、その度数測定箇所の基準位置でのレンズ厚さを測定する。屈折率算出手段は三次元形状測定手段と度数測定手段とレンズ厚さ測定手段とによる測定結果から被検レンズに用いられている材質の屈折率を算出する。分布演算手段は三次元形状測定手段の測定結果と屈折率算出手段の算出結果

とから屈折力の分布又は非点収差の分布を演算する。

【0010】本発明の請求項2に記載のレンズメーターによれば、三次元形状測定手段は眼鏡レンズの表側の面の三次元形状を測定する。度数測定手段は被検レンズの基準位置での度数を測定する。分布演算手段は三次元形状測定手段と度数測定手段とによる測定結果から屈折力の変化の割合を演算し、眼鏡レンズの屈折力の相対分布を求める。

【0011】

【実施例】

（実施例1）図1において、1～3は照射光源としてのLED、4はコリメータレンズ、5は全反射ミラー、6はターゲット板、7は結像レンズ、8は被検レンズ、9は全反射ミラー、10は投影レンズ、11、12は一对のラインCCDである。LED1～3はコリメータレンズ4の前側焦点面に、光学系の光軸Oを中心として所定円上に配置されている。ターゲット板6はスリット形状の開口6aを有する。ターゲット板6はコリメータレンズ4の後側焦点位置を基準位置として光学系の光軸Oに沿って前後動する構成とされている。結像レンズ7はその前側焦点位置がターゲット板6の基準位置に一致され、結像レンズ7の後側焦点位置が被検レンズ8の裏面（眼鏡として用いて装着したとき眼に近い側の面）の頂点位置Vに一致するようにされている。投影レンズ10は全反射鏡9と一对のラインCCD11、12との間に配置され、一对のCCD11、12は投影レンズ10の後側焦点面に配置されている。被検レンズ8の表側の頂点位置VにはLED1～3の光源像が形成されるが、各光源像を通る円周の半径が約4mm以下となるようにこのレンズメーターの光学系の倍率及びLED1～3の位置を選定する。

【0012】3個のLEDのうちの少なくとも2個のLEDを用い、このLEDを時系列的に発光させると、各LEDにより照明されたターゲット板6の開口6aの像がラインCCD11、12に形成される。ターゲット板6が基準位置にあり、被検レンズ8が光学系中に存在しない場合（0ディオプター）、ターゲット板6の開口6aのスリット像としてのラインパターンの中心が光軸Oに一致して形成される。被検レンズ8が光学系に挿入されると、被検レンズ8のスリット像が形成される位置における度数に応じて開口6aのスリット像がぼやけると共に、その開口6aの像の形成位置が光軸Oからずれる。そこで、被検レンズ8の度数が相殺されるように、すなわち、各光源による開口6aのスリット像が重なるように、ターゲット板6を光軸Oに沿って矢印A方向に移動させ、このターゲット板6の移動量を求める。このターゲット板6の移動量により、被検レンズ8の度数が測定される。

【0013】この光学系には、光軸Oを境にして一方側に線状光束を被検レンズ8に向けて斜め方向から投影す

る線状光束投影光源13が設けられている。光軸Oを境にして他方側には被検レンズ8の表面（眼鏡として用いて装着したとき眼から遠い側の面）により正反射された線状光束を受光するCCDカメラ14が設けられている。

【0014】このCCDカメラ14は図1に示す演算回路15に接続されている。線状光束投影光源13とCCDカメラ14とは三次元形状を測定する三次元形状測定手段を構成している。線状光束投影光源13は被検レンズ8を矢印B方向に光切断する。その正反射光束はCCDカメラ14に受像される。そのCCDカメラ14に形成される線状像は、被検レンズ8の湾曲に応じて歪んだ像となる。そのCCDカメラ14の受像出力は演算回路15に入力される。演算回路15はその受像出力に基づいて光切断箇所における被検レンズ8の形状を演算する。この演算を所定ピッチpi毎に行うことにすれば、被検レンズ8の表面側の三次元形状C1を測定できる。被検レンズ8の裏面側の形状についても同様の測定を行えば、被検レンズ8の裏面側の三次元形状C2を測定できる。その際、表面側測定用の線状光束投影光源13とCCDカメラ14とは別に図2に示すように裏面側測定用の線状光束投影光源13'とCCDカメラ14'とを準備してもよいし、図示を略す全反射鏡を用いて線状光束投影光源13の線状光束を被検レンズ8の裏面側に導き、その正反射光束を図示を略す全反射鏡を用いてCCDカメラ14に導く構成とすることもできる。なお、線状光束投影光源13の代わりに、点状光源を一次元方向に走査する構成を採用してもよい。また、三次元形状測定手段としては、公知の他の非接触式や接触式のものを使用してもよい。なお、図2において、21はレンズ受けである。

【0015】また、被検レンズ8の表面と裏面の形状の測定結果及びTVカメラ14における像の位置等を基にして被検レンズ8の厚さdを測定することができる。例えば、図2に示すCCDカメラ14から得られた表面形状C1が図3（イ）に示すものであり、CCDカメラ14'から得られた裏面形状C2が図3（ロ）に示すものであるとき、被検レンズ8の厚さdはレンズ受け21の基準の厚さをd0として、

$$\text{式 } d = d_f + d_0 - d_b$$

により求められるが、被検レンズ8の基準位置における厚さdの測定はこれに限るものではなく、例えば、接触式プローブ等により三次元形状測定を行うときは、このプローブとレンズ受け21の相対的位置を演算することにより被検レンズ8の厚さdを求めても良い。

【0016】次に、屈折率の算出、屈折力の分布について説明する。

【0017】ここでは、被検レンズ8が図4に示すような眼鏡レンズであるとする。この図4に示す眼鏡レンズは累進多焦点レンズであり、この図4において、符号1

6は遠用部、符号17は近用部、符号18は累進帯部である。遠用部16から近用部18に向かっては球面度数Sの変化はあるが、円柱度数C、軸角度Aは基本的に変化しない。一方、符号19の斜線で示す領域は円柱度数C、軸角度Aが変化する領域である。ここでは、説明の簡単化のため、被検レンズ8の乱視度はゼロであると仮定して説明する。また、最初に被検レンズ8が置かれた位置を基準位置とし、これが例えば遠用部16であったとき、この遠用部16における球面度数Sを測定する。

【0018】被検レンズ8の材質はレンズ全域に渡って一様に製作され、部分的に被検レンズ8の材質が異なる*

$$Bf = f * \{1 - C1 * d * (N - 1) / N\} \dots (1)$$

$$f = 1 / (N - 1) * \{C1 - C2 + C1 * C2 * d * (N - 1) / N\} \dots (2)$$

この(2)式の後側焦点距離fを(1)の後側焦点距離fに代入して整理すると、屈折率Nについての二次方程*

$$N * N * Bf * (C1 - C2 + C1 * C2 * d) + N * (-Bf * C1 + Bf * C2 - 2 * Bf * C1 * C2 * d + C1 * d - 1) + (-C1 * d + Bf * C1 * C2 * d) = 0 \dots (3)$$

一般に、バックフォーカスBfと基準位置における球面度数Sとの間には、 $Bf = 1 / S$ の関係があるから、この(3)式を二次方程式の解法に従って解くと、被検レンズ8の屈折率Nを得ることができる。

【0022】次に、屈折率Nと曲率C1と曲率C2と後側焦点距離fとの間には、被検レンズ8を薄肉レンズで★

$$S' = 1 / f' = (N - 1) (C1i' - C2i') \dots (5)$$

ここで、屈折率Nが(3)式により求まり、 $C1i'$ 、 $C2i'$ が三次元形状演算手段により求まるので、被検レンズ8の任意の箇所における球面度数をS'が求められる。

【0024】これらの演算は演算回路15により行われ、その演算結果はモニター20に等度数線として画像表示される。図4において、破線はその等度数線を示している。

【0025】被検レンズ8の光学特性を得るための情報が得られるので、光線追跡により収差計算、シュミレーションが可能である。

【0026】また、被検レンズ8の基準位置からのズレによる誤差を除去できる。更に、フレーム入り眼鏡レンズの測定の際に、被検レンズ8が光軸に対して傾いていても、三次元形状の測定によりこの傾きを補正できる。

【0027】(実施例2)次に、被検レンズ8の表面形状のみを測定して、累進焦点レンズの屈折力の変化の割合をマッピングする実施例を説明する。

【0028】被検レンズ8が眼鏡レンズの場合には、累進面を表面の側に形成し、裏面の側は乱視矯正用のトーリック面あるいは乱視がない場合には球面として処方す☆

$$S' = 1 / f' = (N - 1) (C1i' - C2i') \dots (7)$$

SとS'との差を取ると、

* ことはないと考えられるので、被検レンズ8のいずれの箇所においても屈折率Nは一定であるとする。そして、図5に示すように球面度数Sの測定箇所としての基準位置における被検レンズ8の厚さをd、その基準位置において、主平面Hから焦点Fまでの後側焦点距離をfとする。また、この基準位置における被検レンズ8の裏面頂点Vから焦点FまでのバックフォーカスをBfとし、一般に最初に被検レンズ8が置かれた位置の表側の曲率をC1、その裏側の曲率をC2とする。

10 【0019】このとき、下記の式が成り立つ。

$$【0020】$$

※式に変形できる。

$$【0021】$$

★あると考えると、薄肉レンズの公式により、一般に、 $S = 1 / f = (N - 1) (C1 - C2) \dots (4)$ が成り立つ。

【0023】そこで、被検レンズ8の任意の位置における曲率を $C1i'$ 、 $C2i'$ 、後側焦点距離をf'、球面度数をS'をとると、

☆することが多く、裏面による度数はレンズ全面に渡って一定であり、度数の増減は表面形状のみに依存する。

30 【0029】従って、実施例1と同様に三次元形状測定手段による被検レンズ8の表面形状とレンズメータの光学系による基準位置における度数とのみを測定する。最初に被検レンズ8が置かれた位置の度数測定において、LED2を用いて求めた度数SyとLED1、3を用いて求めた度数Sxによりトーリックか球面であるかの判断が可能であり、例えば、 $Sy = Sx$ のときは球面であり、 Sy と Sx とが等しくないときはトーリックである。図6は被検レンズ8の裏面がトーリック面である場合を示し、この図6において、符号22は強主経線方向(x方向)、23は弱主経線方向(y方向)を示している。レンズメータの光学系により測定した基準位置における度数と三次元形状測定手段により測定した表面形状に基づき、被検レンズ8の各箇所の相対的な度数を演算する。これにより、被検レンズ8の各箇所の相対的な度数分布が得られる。

【0030】すなわち、裏面側の曲率半径を一定とすると、

$$S = 1 / f = (N - 1) (C1i - C2i) \dots (6)$$

$$50 \quad S - S' = (N - 1) (C1i - C1i') \dots (8)$$

一方、(6)式を変形すると、

$$N-1=S/(C1i-C2i) \cdots (9)$$

*

$$S-S'=S*(C1i-C1i')/(C1i-C2i) \cdots (10)$$

よって、基準位置における球面度数Sと、表側の被検レンズ8の三次元の面形状が求まれば、任意の箇所での相対度数分布を求めることができる。

【0031】なお、この実施例では、曲率C1i、C2i、C1i'、C2i'と曲率半径との間には、逆数の関係があるので、薄肉レンズの公式は曲率で表現することにした。

【0032】実施例1の場合、一経線方向（例えばx方向）の被検レンズ8の形状、厚さ、度数から屈折率を求めることができ、他の経線方向（例えばy方向）の度数は、y方向の形状、厚さを両面の3次元計測により得ているので、演算により求めることができるが、実施例2の場合、裏面の形状が不明、すなわち、被検レンズ8が球面であるか、トーリックであるか不明であり、従って、2経線（x、y方向）のそれぞれの度数から裏面の形状を推定演算する必要があり、2方向の測定のため、3個以上の光源が必要となる。

【0033】

【効果】本発明の請求項1に記載のレンズメーターは、以上説明したように構成したので、迅速かつ正確に累進多焦点レンズ等の被検レンズの度数分布、非点収差分布の測定を行うことができ、かつ、その製作コストが安価であるという効果を奏する。

*

*従って、

※【0034】本発明の請求項2に記載のレンズメーターは、以上説明したように構成したので、迅速かつ正確に眼鏡レンズの度数分布の測定を行うことができ、かつ、その製作が安価であるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係わるレンズメーターの光学系の一例を示す図である。

【図2】 本発明に係わるレンズメーターの三次元形状測定装置の変形例を示す模式図である。

【図3】 本発明に係わる三次元形状測定装置により得られた形状の一例を示し、(イ)は被検レンズの表側の形状、(ロ)は被検レンズの裏側の形状の一例を示す。

【図4】 被検レンズが眼鏡レンズの一例を示す平面図である。

【図5】 被検レンズの側面図である。

【図6】 実施例2のレンズメーターの光学系による度数測定の一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

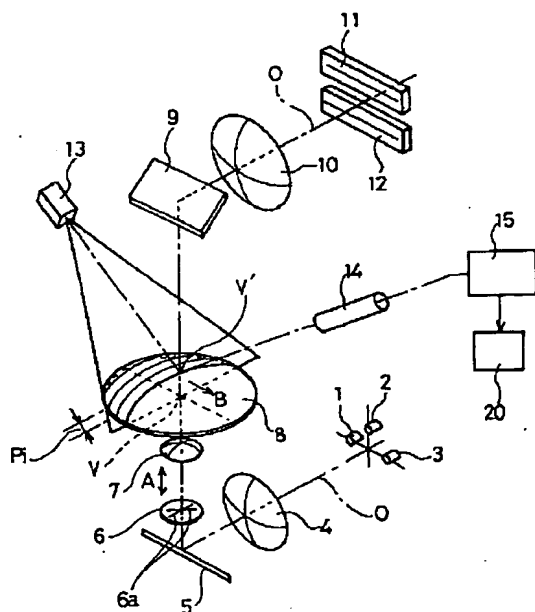
8…被検レンズ（眼鏡レンズ）

13…線状光束投影光源

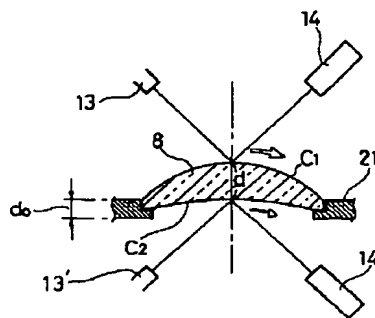
14…CCDカメラ

15…演算回路（度数測定手段、屈折率算出手段）

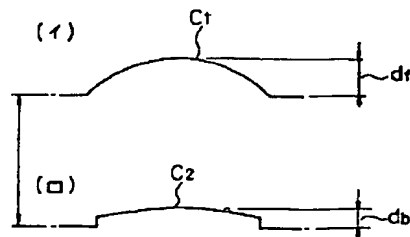
【図1】



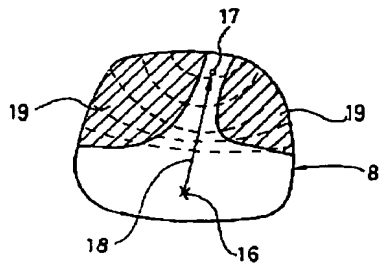
【図2】



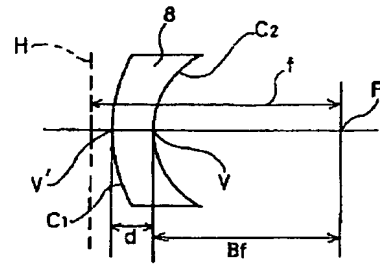
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

